

NTP 360: Fiabilidad humana: conceptos básicos



Fiabilité Humaine: concepts basiques
Human Reliability: basic concepts

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactoras:

M. Isabel de Arquer
Licenciada en Psicología

Clotilde Nogareda
Licenciada en Psicología

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

Desde la perspectiva de la Seguridad, las evaluaciones de los riesgos potenciales de un sistema realizadas para determinar su fiabilidad se conocen como análisis probabilísticos de riesgos, y son complejas técnica y formalmente. Un análisis probabilístico de riesgos debe considerar todos los aspectos negativos para la seguridad de un sistema, identificando los fallos técnicos, los sucesos ambientales y los errores humanos que, por separado o de forma conjunta, pueden conducir a sucesos no deseados. Una vez identificadas las vías de fallo, se cuantifica la probabilidad de cada fallo y de cada combinación de fallos y se da una predicción de la frecuencia de ocurrencia de cada suceso no deseado. La fiabilidad global de un sistema se obtiene a partir de la fiabilidad de los factores técnicos y humanos; ello permite conocer cuál es el riesgo para un sistema particular y ayuda a decidir si tal riesgo es, o no, aceptable.

En las investigaciones de los accidentes mayores se señala como una causa importante la contribución humana etiquetada como "error humano" (según Rasmussen (1) entre el 70 y el 80% de los casos) sin especificar más. Este concepto es ambiguo, pues puede encubrir aspectos relativos, por ejemplo, a la organización del trabajo, al diseño del sistema y así, las explicaciones de tales accidentes deberían profundizar en lo que se refiere al término "error humano".

En esta N.T. P. se presentan los conceptos básicos y los aspectos que hacen referencia al factor humano en el sistema sociotécnico y que habrían de considerarse cuando se diseña un sistema, se evalúa su fiabilidad y se estudian las causas de los accidentes.

Definiciones

Dada la diversidad de definiciones planteadas por distintos autores desde diferentes perspectivas, en la presente nota técnica entenderemos la fiabilidad humana según la define la CEE (1988), como "el cuerpo de conocimientos que se refieren a la predicción, análisis y reducción del error humano, enfocándose sobre el papel de la persona en las operaciones de diseño, de mantenimiento, uso y gestión de un sistema sociotécnico" (2).

Asimismo, se entiende por tarea en sentido estricto, el objetivo asignado al trabajador. En sentido amplio, la tarea conlleva las instrucciones y las consignas, los dispositivos utilizados y las condiciones en que se debe realizar. El análisis de la tarea, sirve para evidenciar las subtareas, actividades u operaciones elementales claves, en las que un error puede contribuir a un suceso no deseado, identificando los factores que influyen en la ejecución de cada operación o subtarea (3).

Se puede convenir que con el término error humano, se alude al comportamiento de las personas que excede el límite de tolerancia definido para la seguridad de un sistema (4). Se excluyen en esta definición, los sabotajes (conductas malintencionadas) y las violaciones (transgresiones deliberadas, sin intención de daño y no necesariamente censurables (5)). Además, el término error no tiene una connotación moral de fallo personal o culpa, pues ésta no tiene utilidad para la determinación de las causas originales de los accidentes e incidentes.

La persona en la fiabilidad global de los sistemas

Para la valoración de la fiabilidad de un sistema es importante tener en cuenta que la persona no sólo juega un papel negativo en

cuanto que fuente de error, sino que también es elemento de sobrefiabilidad, ya que es capaz de anticipar, prevenir, confirmar y recuperar las desviaciones no previstas del sistema, incidentes relacionados con fallos técnicos, errores propios y ajenos. En este sentido el ser humano aventaja a la mayoría de los dispositivos técnicos (2):

- Por su superior capacidad de adaptación ante situaciones no previsibles y su flexibilidad para modificar las estrategias encaminadas a alcanzar el objetivo fijado.
- Por su capacidad de aprendizaje: frente a una situación nueva es capaz de construir de varias maneras una estrategia de resolución y de adaptarla para el futuro cuando las circunstancias lo exijan.
- Por la posibilidad, principalmente en entornos dinámicos, de anticipar los acontecimientos y por tanto, de modificar su estrategia inicial para evitar consecuencias molestas y la facultad de corregir sus propios errores.

Cuando los estudios de seguridad de funcionamiento sólo se basan en los aspectos cuantitativos de la actividad humana, la sobrefiabilidad de la persona puede escapar a los análisis e incluso puede verse obstaculizada por la adopción de supuestas mejoras (6). Sólo un análisis fino de la actividad de la persona en un sistema revela las características de esta actividad y permite la búsqueda de soluciones a fin de minimizar las fuentes de infiability sin perjudicar las actividades de sobrefiabilidad.

El error humano

El estudio de los errores, el diagnóstico de su origen y su tratamiento por el propio trabajador es una fase importante del análisis del trabajo, que pone en juego el conocimiento de la persona sobre la tarea (7). Puede hacerse mediante recuento de errores, descripción de errores, condiciones en las que se producen y consecuencias de los errores; el objetivo es la eliminación de las fuentes de error y la disminución de sus consecuencias.

En general, las acciones erróneas humanas pueden afectar a la ocurrencia de sucesos iniciadores, a la disponibilidad de componentes y sistemas que actúan automáticamente y a la actuación de sistemas que dependen de una ejecución manual del trabajador.

El análisis de los errores es importante y muy utilizado en ergonomía, pues el error, sobre todo aquel que se comete durante el aprendizaje, aporta gran información acerca de los elementos esenciales del puesto de trabajo: señales que no se han percibido, decisiones prematuras, respuestas inadecuadas, etc. Un error humano se produce cuando un comportamiento humano o su efecto sobre el sistema exceden los límites de aceptabilidad del mismo; esta definición de error plantea, al menos, los siguientes problemas (6):

1. El mismo término se utiliza tanto para referirse a la consecuencia de la actividad (el resultado erróneo), como a la causa de ésta.
2. La apreciación del carácter erróneo de una acción o de una actividad humana difiere según la referencia utilizada. Una misma acción puede considerarse adecuada o errónea en función del sistema de referencia (persona, sistema técnico, colectivo de trabajo, organización del trabajo) y del punto de vista adoptado (producción, seguridad, calidad, fiabilidad).

Seguindo a Leplat y Terssac (2), la definición mínima de error humano conlleva la idea de "desvío con relación a una norma". Es necesario comprender esta desviación entre el comportamiento esperado y el adoptado realmente para iniciar la búsqueda de soluciones que reduzcan su probabilidad de ocurrencia. La existencia de una variación entre la tarea prescrita (procedimiento establecido) y la efectiva (tarea tal como se realiza) puede analizarse y entenderse de diferentes maneras, si bien en la mayoría de los casos, es indicadora del carácter no funcional de las prescripciones impuestas por el diseñador del dispositivo técnico y/o por quien organiza el trabajo. Remodelar la tarea, permite a la persona adaptarse mejor a las variaciones de la situación de trabajo.

Para dar cuenta del origen de los sucesos no deseados, el análisis se debe focalizar sobre la actividad real. Esta, no siempre es asimilable a la tarea prescrita ni a la tarea efectiva; por ello se hace necesario considerar la actividad real en situaciones normales y en situaciones de incidente o inhabituales.

Se halla aquí la noción de variación que se considera fundamental en el campo de la fiabilidad, así como en el de la seguridad. Así, el desvío de la actividad real en el momento del origen de un suceso no deseado puede definirse en relación con la tarea prescrita, la tarea real o la actividad real en la situación habitual.

Confrontados a la diversidad de errores humanos y a la necesidad de establecer un diagnóstico de las fuentes de infiability, muchos autores han intentado clasificar los errores humanos (2); estas clasificaciones pueden servir de guía tanto para el análisis de un puesto ya existente como para su diseño; las principales se establecen en función de los elementos o pasos de una tarea, de un modelo más o menos general de la actividad de la persona y de las características o rasgos generales observables del error.

Clasificaciones establecidas sobre los elementos de la tarea

Relacionan el error con un campo o incluso con una tarea o subtarea particular. En este caso el error se especifica en relación con la estructura de una tarea definida, independientemente de la persona que la realiza. Por ejemplo, se detallan las causas de los errores refiriéndose a:

- Una partición o división de la tarea (ejecución, control, comunicación).
- Las fases del trabajo (manejo, arranque, pruebas periódicas, mantenimiento).

Este tipo de clasificación permite situar eventuales puntos críticos en la realización de una tarea definida pero, como es específica para ella, resulta difícilmente exportable para otras tareas.

Clasificaciones basadas en un modelo de actividad humana

Los modelos de actividad evocados pueden ser parciales o generales. Entre los primeros se encuentra, por ejemplo, el modelo de la detección de señales. Este modelo, limitado originalmente a un análisis de la actividad de detección, distingue dos tipos de error:

- La omisión: una señal presente no ha sido percibida y
- La falsa alarma: una señal ausente es señalada como presente.

Por otra parte, supone un mecanismo de respuesta de la persona, que conjuga:

- La discriminabilidad de la señal y
- El criterio de decisión adoptado por la persona.

Modelo de Rasmussen

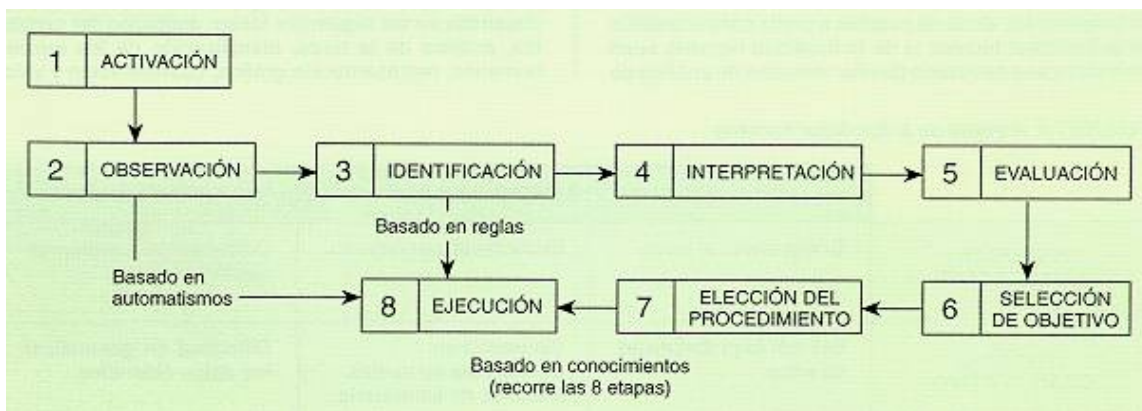
En lo que concierne a los modelos generales uno de los más utilizados es el de Rasmussen, quien distingue ocho etapas en el proceso de tratamiento de la información y toma de decisiones:

1. Activación.
2. Observación.
3. Identificación.
4. Interpretación.
5. Evaluación.
6. Selección de objetivo.
7. Elección del procedimiento.
8. Ejecución.

También diferencia tres niveles de funcionamiento de la persona, según base su actividad en automatismos, reglas o procedimientos y conocimientos. Dichos niveles corresponden a grados decrecientes de familiaridad con el entorno y la tarea.

Los saltos entre diferentes etapas de tratamiento son posibles: cuando una persona tiene un comportamiento basado en automatismos pasará de las etapas de "activación y observación" a la de "ejecución"; cuando tiene un comportamiento basado en las reglas y procedimientos, el salto hacia la "ejecución" se hará desde la etapa de "identificación" y por último, cuando el comportamiento se basa en los conocimientos, la persona recorre las ocho etapas mencionadas. (Cuadro 1)

Cuadro 1: Etapas de tratamiento de información y toma de decisiones y niveles de funcionamiento de la persona



La ventaja de este modelo cognitivo de Rasmussen es que conjuga la identificación del origen funcional del error (etapa de tratamiento) con el nivel de funcionamiento implicado (basado bien en conocimientos, en reglas, o automático) y así, permite reparar los errores por etapas de tratamiento; además, la especificidad de algunos errores permite proponer medidas de prevención adaptadas al nivel de funcionamiento de la persona.

Otro modelo es el propuesto por Norman, que distingue dos tipos de errores: los slips (deslices) y los mistakes (equivocaciones).

Los slips conciernen a la ejecución de una acción que no es la que uno se proponía realizar. Pueden suceder cuando un esquema de acción sufre un defecto de activación o un defecto en su desarrollo. Así, una activación defectuosa de un esquema puede corresponder a:

- Una activación no intencional.
- Un error de captación de atención.
- Una activación asociativa.
- Una pérdida o falta de activación.

En los errores derivados de un defecto en el desarrollo de los esquemas de acción activados, se encontrará:

- Una inversión de los componentes del esquema.
- Una combinación de los componentes de dos esquemas.

- Un desencadenamiento prematuro.
- Un defecto en el desencadenamiento.

Los mistakes corresponden a errores en la formación de la intención y/o en la determinación de objetivos. Son acciones realizadas como se proponían, cuyos efectos inmediatos o en una etapa posterior no están en concordancia con el logro del objetivo que pretendía la persona.

En el momento de realizar el análisis de una situación es importante distinguir el tipo de error (8). Los errores llamados slips, son relativamente fáciles de tratar porque no reflejan intenciones inadecuadas. Sin embargo, cuando los errores ocurren por malentendidos (mala comprensión), mistakes, el usuario puede necesitar una explicación antes de aceptar la conclusión de que su elección fue errónea (8).

Se puede considerar que las clasificaciones propuestas por Rasmussen y Norman son un buen referente para trabajar en el análisis de la fiabilidad humana y, de hecho, son las más utilizadas.

Clasificaciones basadas en características generales del error

Se basan en la distinción de las características o rasgos generales del error. Por ejemplo, Swain (1976) (2) distingue las cinco categorías siguientes:

- Error de omisión.
- Error de ejecución.
- Error de corrección.
- Error de secuencia.
- Error de demora.

Este tipo de clasificación permite comparar la producción de errores en diferentes tareas y, en este sentido, tiene un carácter de "universalidad" que no presentaría el primer tipo de clasificación. Sin embargo, tiene una utilidad más descriptiva que explicativa del error humano, por no analizar los mecanismos de producción de errores y no contemplar que un error puede ser producto de mecanismos diferentes.

Fiabilidad y ergonomía

Los estudios de fiabilidad humana han contribuido a detectar errores humanos que podrían deteriorar el nivel de seguridad global de un sistema. Error humano y accidente son considerados como síntomas de un disfuncionamiento (9) que no es atribuible en exclusiva a la persona (aptitudes, actitudes, etc.), sino también a las características de su puesto o, más generalmente, de su medio ambiente de trabajo. Según algunos autores (2), la fiabilidad humana y la Ergonomía son complementarias, ya que mientras las acciones de la Ergonomía se enfocan hacia la eficiencia del conjunto de los factores humanos y técnicos (seguridad y salud en el trabajo), la fiabilidad humana se centra en la eficacia (disminución del número de errores).

Es importante saber por qué se producen los errores; cada error es la manifestación de un desajuste entre la persona y el sistema sociotécnico en el que ésta se halla; de este modo, la ejecución o respuesta de la persona en el sistema, se puede mejorar acondicionando ergonómicamente su puesto. El diseño de los sistemas debería basarse en un modelo de conducta humana en términos psicológicos, que considerase las capacidades cognitivas y sus limitaciones; debería tener en cuenta qué factores pueden dar lugar a una respuesta no adaptada y cuáles facilitan la respuesta adaptada a la situación, y tendría que prestar especial atención a la interacción entre los requerimientos de la tarea, del sistema y las características de la persona.

Básicamente los diseñadores de sistemas deberían aceptar la variabilidad humana como un elemento del aprendizaje y la adaptación. Como decía Ernest Mach (1905): " El conocimiento y el error parten de los mismos recursos mentales, sólo el éxito distingue lo uno de lo otro". Se deben diseñar sistemas tolerantes, en los que cuando se produzca un error humano, éste sea detectable y se pueda recuperar antes de que tenga consecuencias inaceptables (1).

Análisis de fiabilidad humana

Para el análisis de la seguridad de los sistemas quizá lo más tentador sería aplicar los métodos de estudio de la fiabilidad técnica al estudio de la fiabilidad humana; sin embargo eso sería olvidar características del ser humano tales como su capacidad de aprendizaje y de adaptación, así como su facultad para corregir o recuperar errores humanos y fallos técnicos.

Por otra parte, es necesario considerar la variabilidad de conducta de la persona (en función de su resistencia a la fatiga, sus características psicológicas, afectivas y cognitivas, sus actitudes, su formación y experiencia) y la variabilidad interpersonal, que pueden manifestarse como elementos de infiabilidad difícilmente controlables a través de la selección y formación de personal. A esta variabilidad intra e interpersonal se suma la imposibilidad de intervenir en medios ambientales "extremos" (radiactivos, grandes profundidades, condiciones climáticas límites, etc.).

Todas estas características hacen que las posibilidades de transferir las técnicas puestas a punto para el análisis de la fiabilidad técnica al de la fiabilidad humana sean limitadas y sea necesario diseñar métodos de análisis de la fiabilidad humana que permitan identificar el error humano y valorar su contribución a la fiabilidad del sistema.

Entendiendo el error humano como conducta que excede los límites de tolerancia del sistema sobre el que tiene lugar se pueden diferenciar dos tendencias o enfoques de la fiabilidad humana: el enfoque cualitativo y el cuantitativo.

Desde el enfoque cualitativo, el objetivo es comprender el error. Se recogen, describen y clasifican los errores y, si es posible, se infieren los mecanismos que explican su origen. Esta labor permite buscar soluciones comunes a un grupo de errores y específicas para un error. Las soluciones pueden dirigirse a suprimir tanto las causas de los errores como a suprimir o reducir sus consecuencias, mediante el diseño de sistemas tolerantes al error.

El principal inconveniente de este enfoque es que una clasificación no es pertinente para cualquier sistema; es necesario adaptarla a la realidad y características del sistema particular que se va a estudiar. Desde una aproximación cualitativa se señala que un disfuncionamiento puede producirse por una variación que afecte a las condiciones externas de realización de la tarea o bien por una variabilidad interna de la persona. Esta diferenciación de factores potenciales de error humano no debe llevar a priorizar una sola fuente posible, sino más bien a considerar la situación en su conjunto, es decir, a interesarse por la manera en que la persona cumple su tarea.

El enfoque cuantitativo busca estimar las probabilidades de los errores humanos para determinadas condiciones. Esta perspectiva presenta algunas dificultades. En primer lugar, las probabilidades de error dadas según los bancos de datos se basan en juicios de expertos, datos de la psicología experimental de laboratorio, simulaciones y situaciones reales concretas, por lo que se plantea el problema de la posibilidad de generalización de estos datos para todas las posibles situaciones de trabajo,

En segundo lugar, la descomposición de la tarea de una persona en un sistema, en acciones elementales, tiene poca probabilidad de coincidir con la organización psicológica de la actividad (6), no considera una característica de las personas que es su variabilidad comportamental e induce a dudar, para el estudio de la fiabilidad humana, de la validez del modelo aditivo que está en la base de los estudios cuantitativos. (Cuadro 2)

Cuadro 2: Análisis de la fiabilidad humana

	OBJETIVO	ÁMBITO DE APLICACIÓN	INCONVENIENTES
ENFOQUE CUALITATIVO	Comprender el error.	Situación en su conjunto.	Dificultad en adaptar las clasificaciones.
ENFOQUE CUANTITATIVO	Estimar la probabilidad de error.	Simulaciones. Situaciones concretas. Estudios de laboratorio.	Dificultad en generalizar los datos obtenidos.

El proceso de análisis de la fiabilidad humana

El proceso de análisis de fiabilidad humana que sirve como entrada para el análisis probabilístico de riesgos se desarrolla en las siguientes fases: definición del problema, análisis de la tarea, identificación de los errores humanos, representación gráfica, cuantificación y valoración de impacto (¿es aceptablemente alta la fiabilidad humana?, ¿está asegurada la calidad?) y documentación.

Definición del problema

La persona especialista en análisis de fiabilidad humana, trabajando en colaboración con otros analistas de riesgos debe, en primer lugar, definir el problema a estudiar y su amplitud (por ejemplo, se debe decidir si la contribución de los errores de mantenimiento a los sucesos no deseados, será considerada en el análisis).

Análisis de la tarea

Después se realiza el análisis de tareas; se trata de definir lo que el trabajador que está en el lugar de investigación tiene que hacer; es decir, cómo debería actuar para que no exista error. Este análisis sirve para obtener información básica sobre la que se va a trabajar en la etapa siguiente y también permite identificar los aspectos ergonómicos claves de las interrelaciones persona-tarea-entorno.

Identificación de errores humanos

A continuación, se debe identificar qué errores pueden ocurrir y cuáles de ellos pueden contribuir al suceso no deseado. La identificación de errores humanos en su nivel más simple, considera que la persona puede fallar por:

- No alcanzar la precisión suficiente en la realización de la/s actividad/es.
- Realizar la/s actividad/es a destiempo (antelación, retraso).
- No llevar a cabo la/s actividad/es (omisión).
- Realizar una actividad inapropiada en vez de la requerida.

La identificación del error humano es tan crítica como su cuantificación (3): si no se identifica un error humano no importa la exactitud de la técnica de cuantificación, ya que el error simplemente no aparecerá en la valoración de los riesgos.

Las técnicas de identificación de errores humanos deben tener una amplia cobertura, abarcando todas las formas de error posibles teniendo en cuenta la tarea y las condiciones de trabajo, para asegurar la exactitud del análisis y ser precisas en la identificación de los errores y los factores que influyen en el comportamiento de la persona y asegurar una base de datos útil durante el tiempo de vida del sistema.

Las técnicas o procedimientos de identificación de errores humanos que se pueden utilizar en los análisis de fiabilidad humana van

desde clasificaciones simples de errores hasta sofisticados programas informáticos.

Actualmente el análisis de los errores humanos depende de la experiencia del analista en lo que se refiere al análisis de la tarea, la identificación de errores y la consideración y ponderación de los factores que influyen en la respuesta de la persona durante el desempeño del trabajo. Un aspecto muy importante de la identificación de errores humanos es el rigor en la toma de datos y su documentación, ya que puede servir de referencia para adoptar medidas de prevención sobre los errores que resulten más relevantes para la seguridad del sistema.

Representación

Una vez identificados los errores, se representan en un esquema de trabajo cuantificable y lógico (árbol), junto con otros factores relacionados con el suceso no deseado o accidente. El análisis probabilístico de riesgos utiliza principalmente dos medios de representación de los fallos (humanos y de otro tipo): el árbol de fallos y el árbol de sucesos.

El árbol de fallos es un procedimiento deductivo o descendente que empezado desde un suceso no deseado (suceso TOP) define la combinación necesaria de fallos que se necesita que ocurra, para causar el suceso no deseado (10). El árbol de sucesos es un procedimiento ascendente o inductivo que comienza desde un suceso iniciador y considera otros sucesos subsecuentes, que pueden recuperar o empeorar la situación (11).

Los errores humanos pueden ser representados en un formato de árbol de fallos y/o de árbol de sucesos el cual, normalmente, necesita una descripción binaria implícita del éxito o fallo (una persona "hace algo" o "no lo hace"; intentar tratar los estados intermedios es más difícil, aunque no imposible). El fallo o error en este sentido, normalmente se define como:

- El fallo de realización de un acto, dentro de los límites (de tiempo, exactitud, etc.) requeridos para un sistema seguro.
- La realización de un acto no requerido, que interfiere con la respuesta del sistema.

Cuantificación y valoración

Después de que los errores han sido representados deben cuantificarse en términos de su probabilidad de aparición, conocida como probabilidad de error. La cuantificación de la probabilidad de error no debería ser independiente de la consideración de los factores que influyen en la respuesta o ejecución de la persona (Performance Shaping Factors).

Algunas técnicas de cuantificación consideran en sus cálculos la influencia de estos factores sobre la conducta, utilizándolos para modificar las probabilidades nominales de error humano. Estos factores pueden aludir a: el tiempo disponible, la calidad de interrelaciones, el nivel de entrenamiento o experiencia, el nivel de presión, etc.

Es importante tener en cuenta estos factores desde la fase de identificación, puesto que va a condicionar la cuantificación y serán de utilidad en la etapa final y principal del proceso de análisis de fiabilidad humana: la reducción del error. Cuando el riesgo calculado para un sistema es demasiado elevado, pueden analizarse los árboles de fallos y sucesos del análisis probabilístico de riesgos, para encontrar aquellos aspectos que más contribuyen al riesgo y luego dirigirse hacia ellos para reducirlos. Si la contribución del error humano es importante puede reducirse su probabilidad mediante intervenciones tales como la mejora de:

- La interrelación persona-tarea-entorno (por ejemplo, priorizando señales, modificando los procedimientos que resulten poco adecuados, favoreciendo que la persona tenga una representación mental adecuada del sistema, etc.).
- Aspectos de ingeniería (por ejemplo, diseñando sistemas tolerantes al error, automatizando la tarea, etc.).

Documentación

Es necesario recoger por escrito todas las informaciones y presunciones del analista realizadas durante la valoración de riesgos, ya que ambas pueden servir como referencia en fases posteriores de la vida del sistema analizado. Algunos estudios son inadecuados en este aspecto, ya que especifican sólo "modos de error externo" o su expresión en el árbol de fallos/sucesos (por ejemplo, "la persona no responde a la alarma"). Sin embargo, resultan de gran interés las presunciones del analista así como el por qué este suceso pudo ocurrir (demasiadas alarmas presentes, ausencia de la persona, altos niveles de estrés, etc.).

También es útil considerar qué mecanismos internos (psicológicos) pueden llevar a la persona a error, pues constituyen una información muy útil cuando se necesita reducir la probabilidad de error. Por analogía con los componentes técnicos, esto equivale a conocer lo que ha fallado (por ejemplo, una bomba), lo que ha causado el fallo (por ejemplo, el exceso de velocidad) y cómo se ha manifestado el fallo (por ejemplo, ruptura de la bomba).

A no ser que dicha información se recoja por escrito, el análisis es poco comprensible y útil para futuros usuarios del mismo y la información se pierde del sistema de memoria colectiva. Consecuentemente, si en un futuro se modifican los procedimientos o el diseño del sistema, puede que la información sobre los errores, que debería considerarse durante dicho cambio, sea omitida. Además, como el análisis probabilístico de riesgos se realiza periódicamente, tiene sentido el documentar todos los razonamientos de todos los análisis y de esta forma el análisis de fiabilidad humana puede repetirse y ponerse al día, sin tener que empezar desde cero.

Bibliografía

(1) RASMUSSEN, J.
Risk and Information Processing, en: SINGLETON, W.T. y HOVDEN, J., **Risk and Decisions**.
New York, John Wiley & Sons, 1987.

(2) LEPLAT, J., TERSSAC, G.

Les facteurs humains de la fiabilité

Marseille (France), Ed. Octares, 1990

(3) KIRWAN, B.

Human error identification in human reliability assessment. Part. 1: overviews of approaches. Part.2: Detailed comparison of techniques

Applied Ergonomics, 1992, vol. 23 n° 5 y 6.

(4) CREUS SOLE A.

Fiabilidad y seguridad (Cap.7)

Barcelona, Ed. Marcombo S.A., 1992

(5) REASON, J.

L'erreur humaine

París, Presses Universitaires de France, 1993

(6) JAYET, LEPLAT, GUILLERMAIN, MAZET, MARIOTON, PONDAVEN, ABELA, ROGER, MAZEAU

DOSSIER: Fiabilité et erreurs humaines

Performances humaines & techniques, Septembre-octobre 1993, n° 66

(7) LEPLAT, J.

La psicología ergonómica

Barcelona, Oiko-tau, 1985

(8) MEISTER, D.

Psychology of system design. Advances in human factors/ergonomics, Vol. 17

Amsterdam, Elsevier, 1991

(9) LEPLAT, J., CUNY, X.

Psicología del trabajo. Enfoques y técnicas

Madrid, Pablo del Río Editor, S.A., 1978

(10) PIQUÉ ARDANUY, T. y CEJALVO LAPEÑA, A.,

Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del "Árbol de fallos y errores"

NTP 333 Barcelona, I. N. S. H. T., 1994

(11) BESTRATÉN BELLOVÍ, M.,

Análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos

NTP 328. Barcelona, INSHT, 1993